

**Zeitschrift:** Ingénieurs et architectes suisses  
**Band:** 125 (1999)  
**Heft:** 21

**Artikel:** Genève participe à la traque des rayons gamma dans l'espace  
**Autor:** Christie, Derek  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-79659>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 17.03.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Genève participe à la traque des rayons gamma dans l'espace

Derek Christie,  
rédacteur de Campus  
Presse, information,  
publications  
Université de Genève

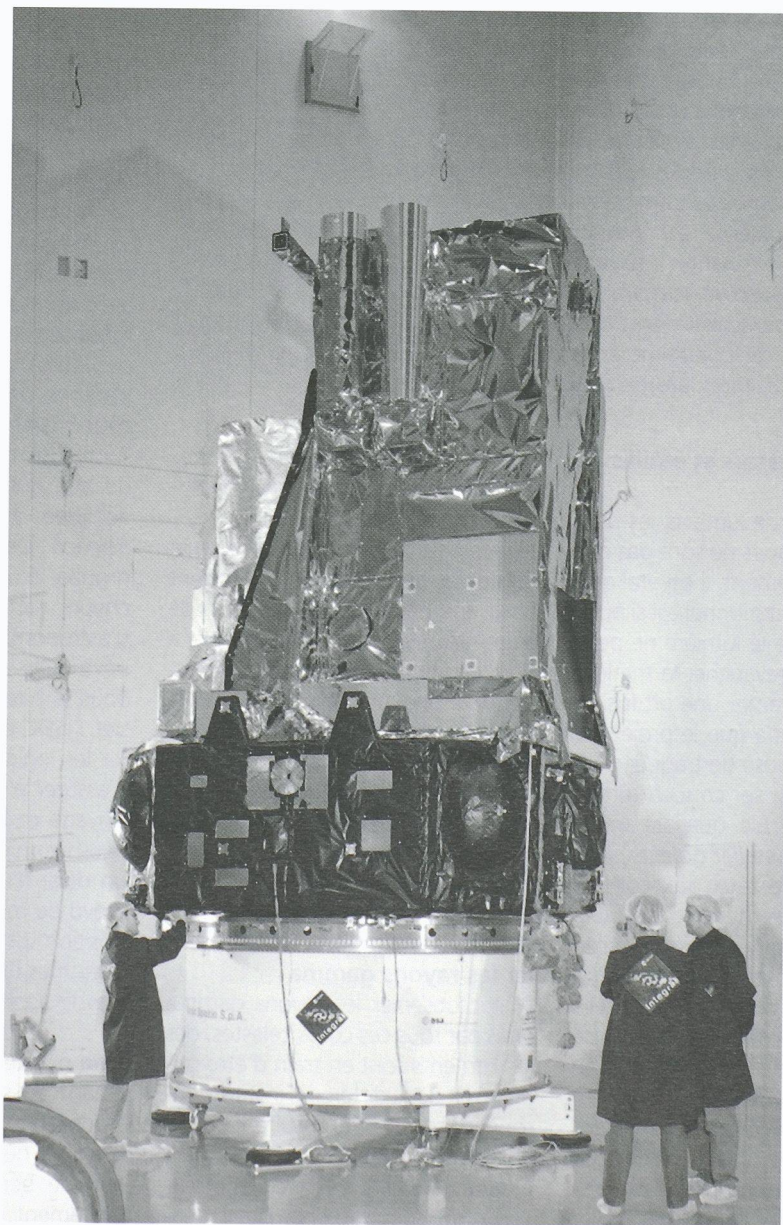
Article repris et  
complété, du  
numéro 0 de  
Campus, magazine  
de l'Université de  
Genève, avec  
l'aimable autorisation  
de l'auteur

*Dans le monde de l'astronomie, l'Observatoire de Genève s'est acquis une réputation internationale enviable. A l'heure où les expériences dans l'espace se multiplient, nous présentons le rôle joué par cette institution - et indirectement par l'Université à laquelle elle est rattachée - dans un projet de mesure des rayonnements gamma. Campus, le journal de l'Université de Genève nous en donne l'occasion dans le numéro 0 destiné à lui conférer une nouvelle présentation, nous offrant en même temps la possibilité de mettre en valeur des recherches sur les nouvelles technologies menées au sein de l'Alma Mater genevoise.*

Sur les hauts de Versoix, le hameau d'Ecogia accueille depuis plus de deux ans le centre d'analyse de données du projet de satellite « INTEGRAL » (pour *International Gamma Ray Astrophysics Laboratory*). Destiné à être mis sur orbite en 2001, ce satellite a pour but de repérer les rayons gamma circulant dans l'espace qui ne sont pas observables depuis la Terre. Issus d'objets très compacts et de réactions nucléaires, ceux-ci détiennent encore des secrets qu'INTEGRAL doit aider à mieux comprendre. Les étoiles de neutrons, les trous noirs et les mystérieux « quasars » - d'immenses masses de matière situées aux confins de l'Univers qui seraient impliquées dans la formation des galaxies - figureront parmi les objets d'étude les plus importants du nouveau satellite.

Après dix ans de discussions et d'affinements successifs, le projet de satellite est maintenant en pleine phase de développement. Le Département d'astronomie de l'Université de Genève y participe activement à travers le Centre scientifique des données d'INTEGRAL (abrégé ISDC), interface entre le satellite et la communauté scientifique. Thierry Courvoisier, professeur ordinaire de l'Université, en assume la direction.

INTEGRAL permettra donc d'étudier les rayons gamma circulant dans l'espace, qui sont les seules traces directes de réactions nucléaires qui ont eu lieu très loin d'ici il y a des millions d'années. Comme mentionné plus haut, ces rayons ne sont pas observables depuis la Terre, car l'atmosphère - et c'est heureux! - nous en protège: ils possèdent en effet une énergie élevée (de 100 kiloélectron-volts jusqu'à plusieurs mégaelectron-volts) et naissent de réactions nucléaires ou de matière à proximité de trois types d'objets astronomiques: les trous noirs, les quasars et les étoiles de neutrons.



Le satellite européen INTEGRAL, encore en construction à Turin, traquera, dès 2001, les rayonnements gamma. (Photo ESA)



### Le Centre scientifique des données d'INTEGRAL (ISDC)

Le projet INTEGRAL s'inscrit dans le cadre d'une recherche internationale à laquelle participent de nombreux pays européens. Genève accueille le Centre scientifique destiné à traiter les données. Les raisons d'être de ce centre d'analyse, rattaché à l'Observatoire de Genève, sont multiples. L'observation de rayonnements gamma présente en effet une complexité élevée, qui justifie un traitement des données préalable à leur mise à disposition de la communauté scientifique. Avant le lancement d'INTEGRAL, soit avant 2001, les logiciels d'analyse doivent donc être conçus et testés. Pour ce faire, l'ISDC est en contact étroit avec les groupes qui développent les différents instruments destinés à équiper le satellite et une bonne connaissance de tels appareils est nécessaire. Outre les logiciels d'astronomie proprement dits, l'ISDC met aussi à disposition l'environnement informatique nécessaire au traitement des données. Enfin, le centre prépare encore un simulateur qui déterminera le rapport « signal sur bruit » de chaque observation astronomique, afin de préciser le temps d'observation de toute source et de faciliter une utilisation optimale du satellite.

Après la phase de lancement et de test, l'ISDC produira de façon régulière des données pré-traitées et des images du ciel pour les utilisateurs et une année après leur émission, l'intégralité des données sera accessible à l'ensemble de la communauté scientifique. Une partie des informations sera en outre interprétée dès réception, afin de pouvoir immédiatement modifier les paramètres d'observation qui devraient l'être. Ce point est particulièrement déterminant lors de l'étude de rayonnement gamma, car, contrairement aux étoiles, les sources gamma varient de façon importante dans de courts laps de temps. FK

### Trous noirs, quasars et étoiles de neutrons

N'émettant pas de lumière, les bien nommés trous noirs ne sont pas observables directement. Il est vrai que leur champ gravitationnel est si puissant, que même la lumière ne peut s'en libérer. En revanche, la matière qui les entoure émet une profusion de rayons gamma que le projet INTEGRAL se propose de traquer.

Les recherches se concentreront également sur les quasars (nom dérivé de *quasi-stellar objects*), qui brillent de mille feux aux confins de l'Univers. Ces mystérieux objets consistent en une masse de matière extrêmement brillante qui tourne autour d'un trou noir. Les astronomes pensent que l'intense rayonnement des quasars résulte de la chute continue de matière dans le trou noir. Mais ils comptent sur les données d'INTEGRAL pour tenter d'en comprendre le processus. L'étude de ces objets revêt une importance particulière pour l'astronomie, parce que les qua-

sars se trouvent peut-être associés aux premières phases de l'évolution des galaxies.

Autres sources de rayons gamma, les étoiles de neutrons concentrent dans une boule de 10 à 20 km de diamètre une masse comparable à celle de notre soleil, ce qui correspond à une densité de 100 000 tonnes par  $\text{mm}^3$ ! Ces boules de matière résultent de l'explosion d'étoiles massives en « supernovæ » et la plupart des étoiles de neutrons qu'on peut observer se situent dans notre galaxie, la Voie lactée.

### Quatre instruments feront parler les rayons gamma

Afin d'observer les rayons gamma émis par tous ces corps célestes, des instruments sont en train d'être mis au point dans différents instituts européens, pour être ensuite intégrés au satellite et lancés en 2001.

Quatre instruments seront embarqués: un spectroscope, deux imageurs et une caméra optique. Le spectroscope servira à mesurer

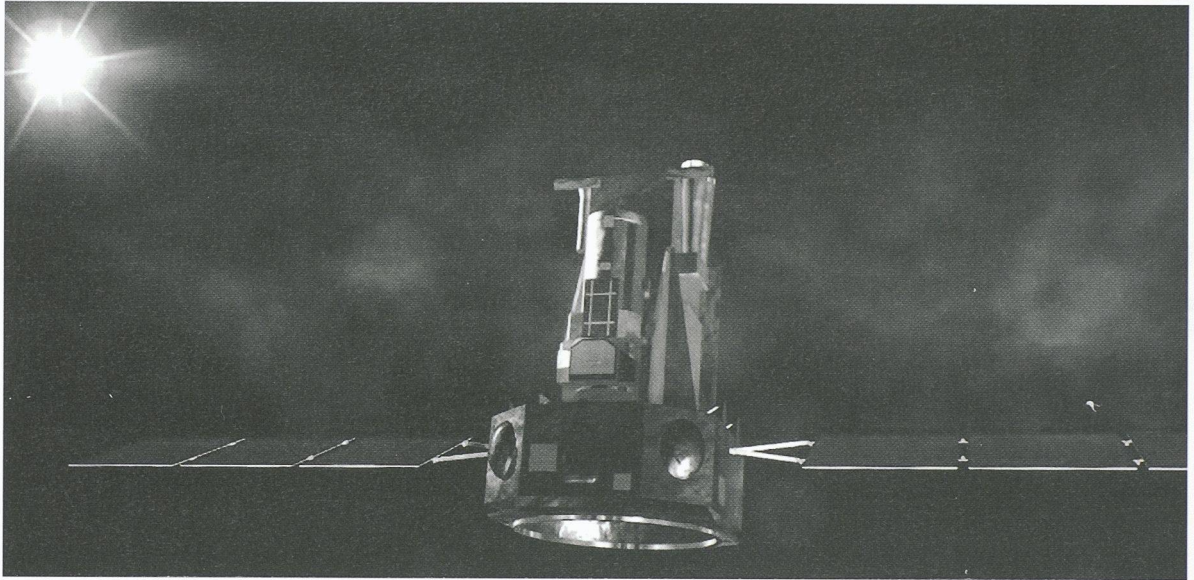
l'énergie des particules de lumière qui constituent les rayons gamma (des photons de très haute énergie). Les deux imageurs - l'un pour les photons les plus énergétiques, l'autre pour les photons un peu plus faibles (3 à 30 KeV) - serviront à identifier la partie du ciel d'où proviennent les particules interceptées. Chaque imageur consiste en une sorte de grille ressemblant à un caillebotis. La lumière qui éclaire la grille projette une ombre sur une plaque située à l'autre bout du satellite (à une distance de 3,6 m). Selon la position de l'ombre projetée, il sera possible de calculer l'angle d'arrivée des photons. En combinant cette information avec la mesure de l'énergie de ces derniers, les chercheurs espèrent pouvoir identifier la position et la nature de la source des rayons. Cette information pourra ensuite être recoupée avec les images fournies par la caméra optique: en effet, bon nombre des corps célestes à l'origine des photons devraient être visibles de cette manière.

Toutes les données en provenance de ces quatre instruments seront analysées à Ecogia par l'*INTEGRAL Science Data Centre* (ISDC), un groupe d'une vingtaine de chercheurs rattaché au Département d'astronomie de l'Université de Genève (Observatoire de Sauverny). Sous la direction du Prof. Courvoisier, l'ISDC est déjà en train d'élaborer les logiciels complexes à même d'assurer la réception, l'analyse, l'archivage et la distribution des données fournies par INTEGRAL. Après un délai d'une année, il est même prévu de mettre ces données à disposition sur Internet, afin que les astronomes du monde entier puissent y avoir accès.

### Une orbite très excentrique

Quant au satellite lui-même, il est actuellement en construction en Italie et des négociations sont en cours afin de bénéficier d'une fusée de lancement russe appelée Proton. Une fois sur orbite, le satellite effectuera un tour complet de la Terre





Le satellite européen INTEGRAL tel qu'il apparaîtra déployé dans l'espace, selon une interprétation d'artiste. (Document ESA)

tous les trois jours. Au-dessus de l'hémisphère Sud, il descendra jusqu'à une altitude de 10 000 km environ, alors que le point le plus éloigné qu'il atteindra, au-dessus de l'hémisphère Nord, approchera les 150 000 km d'altitude. Il sera possible de l'orienter au moyen d'un mécanisme de commande à distance, afin de scruter plus longuement les secteurs les plus intéressants du ciel. L'énergie nécessaire au fonctionnement d'INTEGRAL sera fournie par deux panneaux solaires situés sur le satellite lui-même. Son orbite, fortement excentrique, l'amènera à passer 90% de son temps au-dessus de l'hémisphère Nord de notre planète, où se situent les deux stations chargées de récolter les informations: en Belgique et aux Etats-Unis. Les données transiteront ensuite par le centre de contrôle du satellite à Darmstadt (Allemagne), avant d'être dirigées sur Ecogia. La quantité d'informations à gérer sera considérable: pendant cinq ans, l'ISDC recevra plus de 90 kilobits par seconde, soit le contenu d'environ 700 000 disquettes (1 Térabyte) par année. Cela devrait toutefois demeurer gérable, grâce à l'important travail de préparation informatique actuellement en cours à Ecogia.

### Des rayons gamma aux micro-ondes

Alors qu'INTEGRAL est encore sur le plancher des vaches, le Prof. Courvoisier et ses collègues affûtent déjà leurs armes pour leur prochain projet, baptisé PLANCK, qui verra un autre satellite tourner autour de la Terre. Cette fois, les instruments à bord seront conçus pour détecter les micro-ondes: des ondes de 30 à

100 Ghz identiques à celles qui cuisent les aliments dans les fours du même nom. Le but est d'élaborer une carte plus précise de la température du ciel, afin de tenter de répondre à des questions fondamentales au sujet de l'Univers: quelle est sa vitesse d'expansion et quel est son destin ultime? □

Pour en savoir plus: <<http://isdc.unige.ch>> (destiné au grand public)

### Le rayonnement gamma

Le rayonnement gamma est un rayonnement électromagnétique hautement énergétique, relativement difficile à observer en raison de l'opacité de notre atmosphère et de signaux souvent de faible intensité. Davantage apparentés à des détecteurs de particules qu'à des systèmes optiques, les appareils de détection jusqu'ici utilisés pour capter ces rayons rendaient en outre pratiquement impossible l'identification de la position de la source d'émission. En raison de ces difficultés l'astronomie gamma est restée l'affaire d'une poignée de spécialistes. Or le satellite INTEGRAL, en captant les rayons gamma et leur direction, fournira des indications sur plusieurs corps célestes: les étoiles de neutrons ou les trous noirs - qui émettent des rayonnements X et gamma, lorsqu'ils «aspirent» un corps céleste -, les quasars, qui sont des objets extrêmement lumineux, ou le centre de la Voie lactée notamment.

Plusieurs mécanismes d'émission peuvent être à l'origine d'un rayonnement gamma: la collision d'un électron et d'un positron qui s'annihilent, la collision de deux particules, telles des électrons ou des protons, la désintégration d'atomes radioactifs que l'on retrouve en cas d'explosion d'étoiles massives. Un tel rayonnement peut également être provoqué par l'accélération d'une particule chargée, en présence d'un champ électromagnétique (mouvement en spirale par exemple).

FK